

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2008.05.004

大坝安全健康诊断决策支持系统简介

洪 云¹ 朱赵辉²

(1. 华电集团福建发电有限公司 福建 福州 350000 2. 河海大学水利水电工程学院 江苏 南京 210098)

摘要 :为了解大坝运行状况 ,实现对大坝的健康诊断和实时监控 ,综合运用数学计算方法和计算机技术 ,开发了大坝安全健康诊断决策支持系统 .该系统采用一机四库的体系结构 ,能实现对大坝的全面管理和分析 ,并及时对异常现象做出报警、评判和反馈 ,可帮助大坝管理部门做出正确的决策判断 .

关键词 :大坝安全 ;健康诊断 ;决策支持系统 ;实时

中图分类号 :TV698.1 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-1980(2008)05-0595-04

1949 年以来 ,我国修建了众多的拦河大坝 ,其中相当一部分大坝已运行几十年以上 .一些大坝逐渐老化或产生病变 ,还有一些大坝的安全度较低或者设计洪水位偏小等^[1] .为了在大坝出现问题的第一时间获取报警信息来建立应急预案 ,尽量减少损失 ,建立一套高效的实时健康诊断决策支持系统很有必要 .

大坝结构的特殊性和工作条件的复杂性 ,决定了影响大坝工作性态的指标具有多样性、复杂性、相关性、不确定性以及可转化性等特点^[2] .传统的大坝安全综合评价系统的主要特征是数据量大 ,数据类型多 ,数据之间关系复杂 ,数据分别存储 ,评价体系单一 ,仅能对已监测的数据信息进行分析处理以及报警方式陈旧等 .要完善传统的大坝安全综合评价系统 ,就要从基本的数据库结构开始 ,对数据挖掘工具、故障诊断方法及报警功能实现等进行全面、系统的更新 .

随着计算机技术的发展和网络技术的逐渐成熟 ,大坝健康诊断实时监控系統应主动跟随时代步伐 ,实现网络化、智能化^[3-7] .本文借助现代计算机网络和通信技术 ,开发了大坝安全健康诊断决策支持系统 ,建立了流域监控报警中心 ,充分利用有限的监测设备和数据资料实现资源共享 ,并集中对流域内大坝进行远程安全实时监控 ,以及及时掌握大坝安全动态 ,为大坝管理单位、政府主管部门及有关各方提供高效的资源共享方式和大坝安全管理模式 .

1 系统总体结构设计

1.1 系统结构图

图 1 为大坝安全健康诊断决策支持系统总体结构图 .该结构分为 4 个部分 ,分别为大坝(群)信息获取、数据库服务器(包括数据库、图库、方法库、知识库)、综合推理机以及人机界面和输出处理系统(文字及图形打印、报警信息输出等) .

1.2 系统体系层次

- a. 浏览及操作层** .用户可以在这一层内进行浏览、读写等操作 ,不同级别用户对应不同的浏览权限 .
- b. 数据处理层** .通过响应用户的请求来调用相应的计算程序、分析系统及数据库中相应的数据进行业务分析处理 ,反映大坝运行状况 ,及时向大坝管理部门反馈信息 .
- c. 数据库服务器层** .存储大坝的相关信息 ,如监测仪器信息、数据信息及大坝安全状况信息 .该层接受数据处理层请求 ,调出相应数据 .
- d. 信息获取层** .获取大坝(群)监测资料和数据、图文信息、计算分析方法和专业知识等 ,添加到数据库

收稿日期 :2008-05-18

基金项目 :国家自然科学基金(50539110、50539010) ;国家科技支撑计划(2006BAC14B03)

作者简介 :洪云(1965—) ,男 ,福建福州人 ,高级工程师 ,主要从事大坝安全管理与防汛管理研究 .

服务器(数据库、图库、方法库、知识库)中。

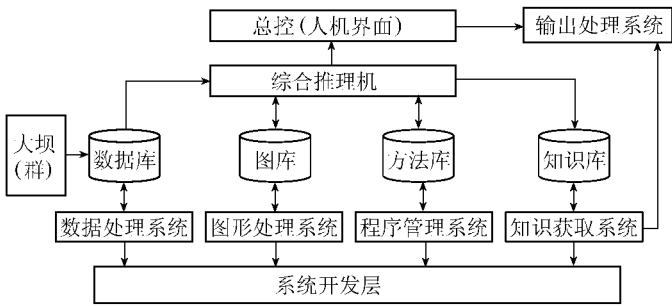


图 1 系统总体结构
Fig.1 Structure of the system

2 系统功能

2.1 系统管理子模块

对系统操作进行管理,包括用户管理、日志管理、信息库备份和恢复、通讯管理及安全策略等。用户管理包括增加、删除用户,修改用户权限,修改密码等操作;日志管理模块将记录所有对信息库修改的操作,一旦产生重大操作事故或恶意破坏,可以追究相应操作人员的责任;信息库备份包括人工备份和定时备份,以供误操作后恢复信息库。

2.2 仪器、监测项目及测点管理子模块

对监测仪器、监测项目、测点、测点分布图进行添加、修改、删除等相关操作。这是实现大坝安全健康诊断决策支持系统具有较强适用性的关键部分。针对不同的水工建筑物(群),用户可以通过添加、修改、删除建筑物图形、监测项目类型、监测仪器类型、测点及其相关信息来实现对该水工建筑物(群)的安全监控。人工巡查管理是指将人工巡查记录以量化的方式输入系统,以备决策和计算调用。

2.3 数据管理子模块

实现对系统信息库的信息批量录入、单个修改、批量导出、测点数据转换(包括数据去噪、预处理、整编)、特征值统计、报表管理等功能。

2.4 安全分析子模块

安全分析子模块评判流程如图 2 所示。监测数据首先经过录入、整编转换,然后在该模块进行建模分析和监控指标计算,最终由系统进行综合评判。安全分析子模块具体功能介绍如下:

a. 运用多种监控模型分析方法进行建模、分析计算,包括统计模型、灰模型、时间序列分析模型、模糊神经网络模型和组合模型等^[8-9]。模型分析得出的结果用于在线监控和安全综合评价。

b. 利用监测数据选择不利荷载组合时的监测效应量(如坝区环境量、坝体温度等),应用统计检验方法确定分布函数,结合大坝重要性确定失事概率 α 。根据分布函数求出 α 水平下的各级监控指标。各级监控指标结果用于在线监测和安全分析评价。

2.5 可视化子模块

实现测点过程线、相关图、分布图、大坝三维效果图的查看。高度的可视化效果将各测点监测数据模拟成三维立体图展现给用户,使用户对建筑物整体运行状况进行更全面的了解。

2.6 在线监测与安全报警子模块

大坝安全报警子模块是在综合分析评价影响大坝安全诸多因素的基础上,对可能出现的数据异常和大坝险情做出预测和警报。在确认险情后,做出风险分析和评估,并借助决策支持系统制定出针对性的应急处理预案,以及时化解或降低风险,将可能发生的灾害损失降低到最低程度^[10]。

在线监测与安全报警子模块包括人工启动在线监测、在线监测结果查询、测点在线监测指标设置和异常

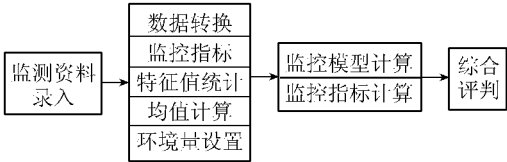


图 2 安全分析评判流程
Fig.2 Flowchart of safety analysis and evaluation

测值预报系统.通过模型分析结果及相关判断准则(监控指标准则、设计允许值准则、测值变化速度及加速度准则、时效分量变化速度及加速度准则等)判断监测数据是否异常,为工作人员提供判断依据,并对超限和异常情况以字幕、声音、灯光闪烁、短信、E-mail 等方式进行报警.

2.7 健康诊断子系统

综合应用国内外先进科研成果,针对大坝工作性态的具体特点,运用可拓学理论、粗糙集理论、模糊识别和模糊评判理论、层次分析理论,基于多因素优化融合的思想,建立健康诊断综合推理机智.综合考虑坝区地址资料、数据分析计算成果以及大坝多年运行状况,从多方面、多层次对大坝安全健康诊断目标和等级进行划分,对大坝安全状况进行综合评价和健康诊断.结合现代网络技术,将诊断结果反馈给相关部门,从而实现对大坝的实时监控和维护.健康诊断子系统的评判方法主要有时空分布评判、力学规律评判、监控模型评判、监控指标评判、日常巡查评判、关键问题评判等.健康诊断子系统功能结构如图 3 所示.

2.8 网上信息发布子系统

将大坝原型观测资料、整编数据、各种统计分析结果以报表、图表、文字等形式发布到因特网上,以供相关单位和个人及时查询大坝信息和了解大坝运行状况.网上信息发布子系统还可作为大坝远程诊断平台,为专家提供数据、图表等资料,为决策提供支持.

3 系统开发及运行环境

3.1 系统开发环境

Web 服务器 :Windows 2000 Sever 操作系统 ;IIS5.0.
数据库系统 :Windows 2000 Sever 操作系统 ;MicroSoft SQL Serve 2000 企业版数据库管理系统.
编程环境 :采用基于组件技术的设计思想.开发工具以 Delphi 为基础,采用 TChart 控件,结合 VRML 和 Java 开发三维实时动态仿真图形.数据分析部分、知识库和推理机程序采用 C 语言
版本控制 :利用 Visual SourceSafe 6.0 搭建团体开发环境,并进行系统的版本控制

3.2 系统运行环境

Web 服务器 :Windows 2000 Sever 操作系统 ;IIS5.0.
数据库服务器 :Windows 2000 Sever 操作系统 ;MicroSoft SQL Serve 2000 企业版数据库管理系统.
工作站和一般客户端 :Windows 98 \ 2000 \ XP 操作系统 ;Internet Explore 5.0 或更高.
系统硬件要求 :CPU 为 P4 2.4 以上 ;内存为 512 MB 以上 ;硬盘为 80 GB 以上.

4 结 语

本文结合水工知识、数学计算方法和计算机科学与技术的发展,开发了大坝安全健康诊断决策支持系统.该系统实现了对大坝安全信息全面管理、监测数据的深度挖掘、大坝的实时监控、异常信息的自动实时预警以及大坝健康状况的评价,并及时报告大坝状态.

参考文献 :

[1] 吴中如.水工建筑物安全监控理论及其应用[M].北京 :高等教育出版社,2003.
[2] ZHANG Chu-han. Numerical modeling of concrete-dam-foundation-reservoir system[M]. Beijing :Tsinghua University Press,2001.
[3] 苏怀智,吴中如,温志萍,等.水口大坝监控系统的测值疑点成因分析研究[J].河海大学学报 :自然科学版,2001,29(3):55-59.
[4] 朱赵辉,顾冲时,包腾飞,等.基于可视化和组件技术的大坝安全监控系统软件研究[J].三峡大学学报,2007,29(6):486-489.
[5] 宋小刚,李德仁.基于数据仓库技术的大坝资料分析与安全决策系统研究[J].河海大学学报 :自然科学版,2006,34(3):280-284.
[6] 赵斌,吴中如,温志萍,等.基于网络环境的大坝安全评价专家系统的开发[J].河海大学学报 :自然科学版,1999,27(4):68-

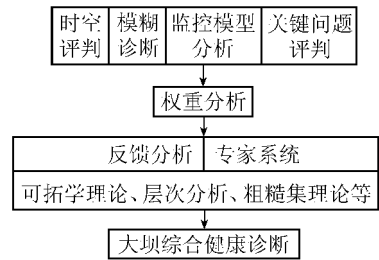


图 3 健康诊断子系统功能结构

Fig.3 Function structure of health diagnosis subsystem

72.

[7] 顾冲时, 吴中如. 大坝安全监测专家系统的理论及其应用[J]. 水利水电科技进展, 1997, 17(3) 35-38.

[8] 宋余庆, 王立军, 吕颖, 等. 基于分类树的高效关联规则挖掘算法[J]. 江苏大学学报: 自然科学版, 2006, 27(1) 51-54.

[9] 苏怀智, 吴中如, 温志萍, 等. 基于模糊神经网络和遗传算法的大坝安全监控模型[J]. 大坝观测与土工测试, 2001, 25(1): 10-12.

[10] 吴中如, 顾冲时. 大坝安全综合评价专家系统[M]. 北京: 科学技术出版社, 1997.

Introduction of decision support system for dam safety health diagnosis

HONG Yun¹, ZHU Zhao-hui²

(1. Fujian Company of Huadian Group, Fuzhou 350000, China ;
2. College of Water and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract : In order to understand the operation conditions of the dam and realize the real-time monitoring and health diagnosis of the dam, a decision support system of real-time monitoring of dam health diagnosis was developed with a mathematical method and modern computer technology. The system adopts the one machine-four databases architecture. It realizes the comprehensive management and analysis of dam safety monitoring information, and can promptly provide alarm, judgment and feedback about abnormal phenomena. The system can also help to make correct and timely decision-making judgments.

Key words : dam safety ; health diagnosis ; decision support system ; real-time

+++++

· 简讯 ·

河海大学获准创办英文期刊
Water Science and Engineering

国家新闻出版总署日前正式批复,由河海大学创办英文期刊 *Water Science and Engineering*(WSE, 水科学与水工程). 该刊为季刊,面向国内外公开发行,国内统一连续出版物号为 :CN32-1785/TV.

Water Science and Engineering 办刊宗旨 :以党和国家的方针政策为指导,弘扬科学精神,探索水科学规律,创新水工程技术,反映水科学研究领域的最新成果,交流水工程建设的新技术和新经验 ;注重人与自然的和谐共处,促进水资源的可持续利用 ;发挥学术民主,促进国际交流,为我国的经济建设和社会发展服务.

Water Science and Engineering 主要刊登反映国内外水科学研究和水工程建设领域重大科技成果和最新发展趋势的英文原创性科技论文,内容包括 :大型水利工程建设、水电能源开发、跨流域调水、江河综合治理、地球水圈研究、水资源保护、水环境影响评价以及水生态修复等 ;也刊登国内外相关学术会议及技术交流等动态信息.

编辑部地址 :210098 南京市西康路 1 号河海馆 811 室 ;投稿邮箱 :wse@hhu.edu.cn ;咨询热线 :025-83786363.

(*Water Science and Engineering* 编辑部供稿)